

• CURSO BASICO DE RESONANCIA MAGNETICA



Autor

SILVANA F CIARDULLO

Médica especialista en Diagnóstico por Imágenes

Contacto: info@radiologia2cero.com

CRONOGRAMA DEL CURSO

1

Introducción

Definición de RM. Ventajas. Desventajas. Historia.

2

Bases Físicas

Bases físicas de la formación de la imagen. Preparación, excitación. Codificación espacial. Registro de la señal.

3

Secuencias

Pulsos de RF. TR y TE. Secuencias de pulsos. Características de las imágenes.

4

Artificios

Qué es un artificio. Clasificación. Cómo reconocerlos. Cómo prevenirlos.

5

Contrastes

Medios de contraste para RM. Gadolinio. Mecanismo de acción. Efectos adversos. Nefrotoxicidad y FNS.

6

Seguridad

Efectos del campo magnético, los gradientes y la radiofrecuencia. Prevención de accidentes Blindaje de la sala.

“

Las imágenes de RM son el resultado de la señal que emiten los protones de los átomos de hidrógeno.



● INTRODUCCIÓN

- Los pasos básicos en un estudio de RM son:
 1. Se coloca al paciente dentro de un imán.
 2. Se le envía una onda de radiofrecuencia.
 3. Se interrumpe la onda de radiofrecuencia.
 4. El paciente emite una señal
 5. La señal es recibida y utilizada para reconstruir la imagen.

● INTRODUCCIÓN

○ Los pasos básicos en un estudio de RM son:

- Preparación.
- Excitación.
- Codificación espacial.
- Registro de la señal.

1

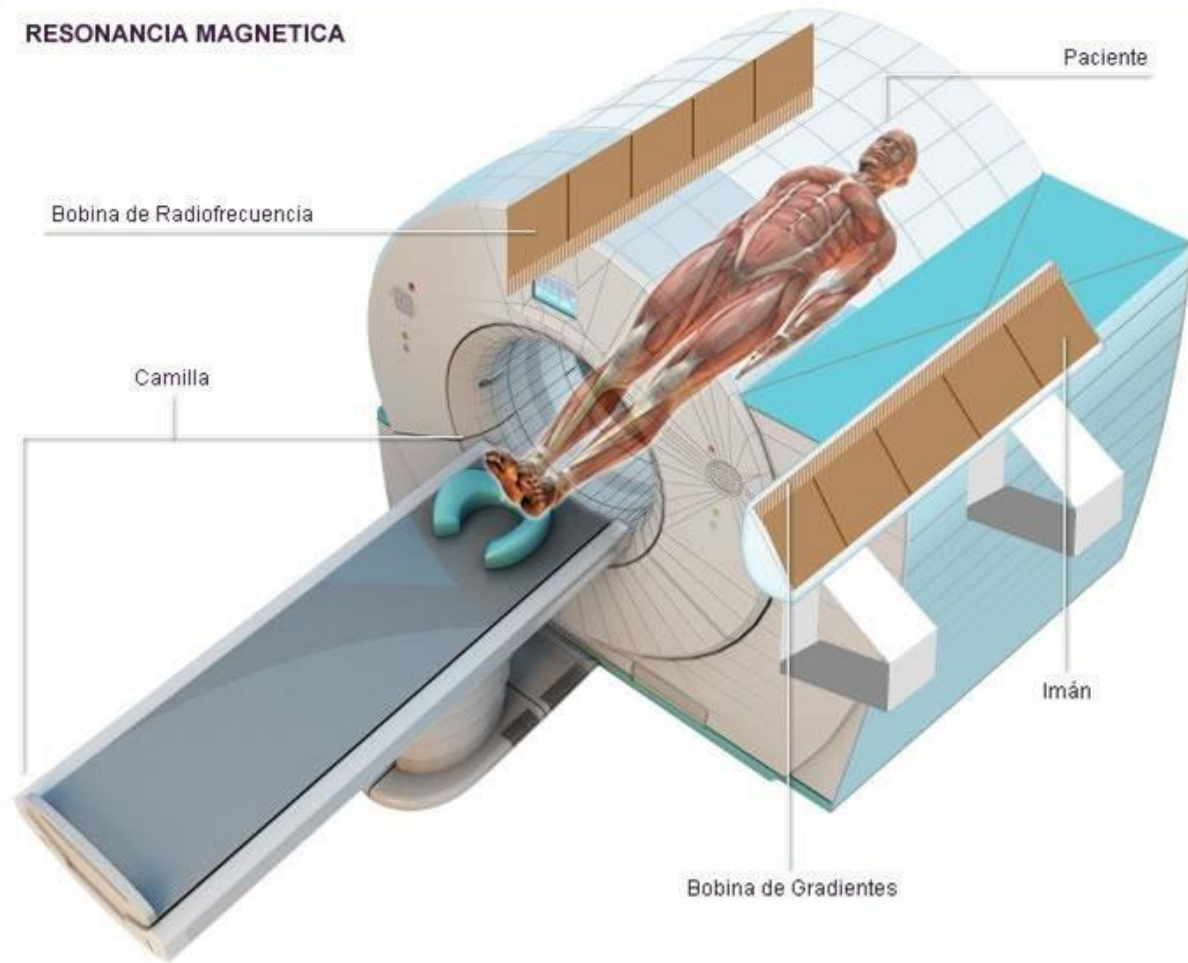
PREPARACIÓN

Se coloca al paciente en el imán.

● INTRODUCCIÓN

- Los pasos básicos en un estudio de RM son:
 1. Se coloca al paciente dentro de un imán.
 2. Se le envía una onda de radiofrecuencia.
 3. Se interrumpe la onda de radiofrecuencia.
 4. El paciente emite una señal
 5. La señal es recibida y utilizada para reconstruir la imagen.

RESONANCIA MAGNETICA



● EL PROTÓN Y EL ESPÍN

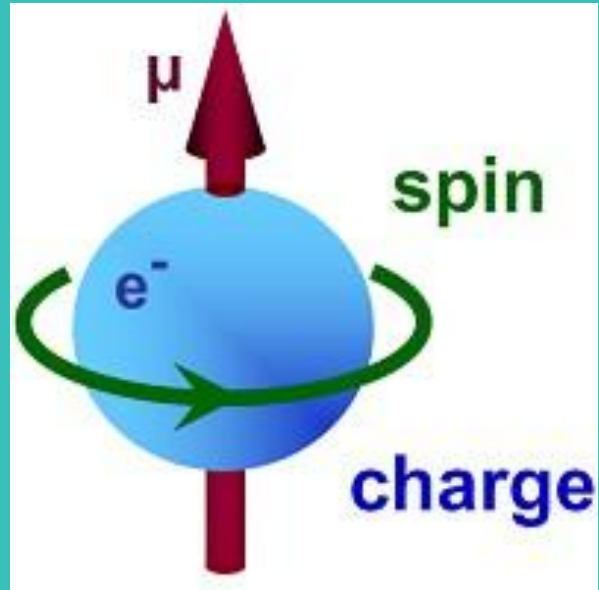
1. La RM es un fenómeno que ocurre en núcleos impares.
2. En el núcleo hay protones y neutrones.
3. El protón gira sobre sí mismo: ESPIN.
4. La carga en movimiento genera un campo magnético.
5. El momento magnético se representa con un vector.



El átomo de Hidrógeno

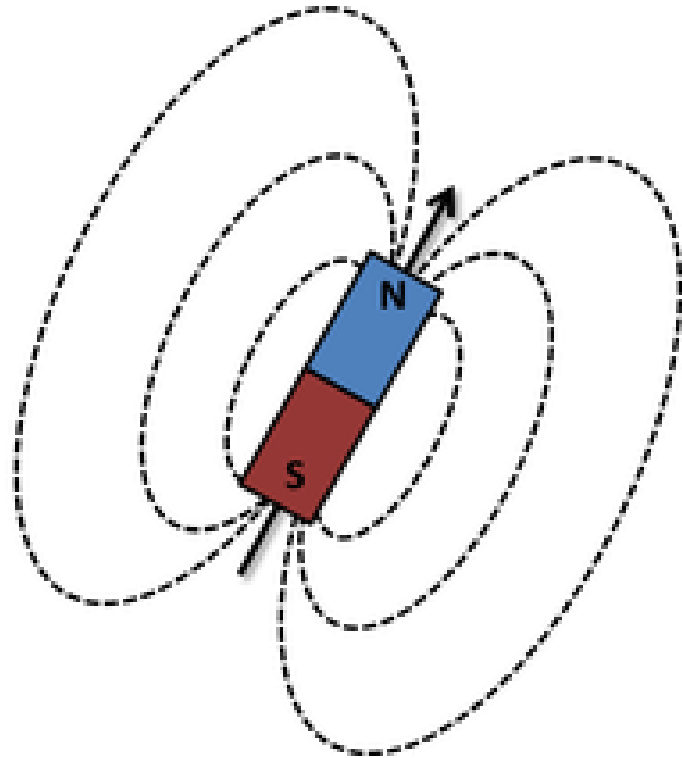
● EL PROTÓN Y EL ESPÍN

1. La RM es un fenómeno que ocurre en núcleos impares.
2. En el núcleo hay protones y neutrones.
3. El protón gira sobre sí mismo: ESPIN.
4. La carga en movimiento genera un campo magnético.
5. El momento magnético se representa con un vector.



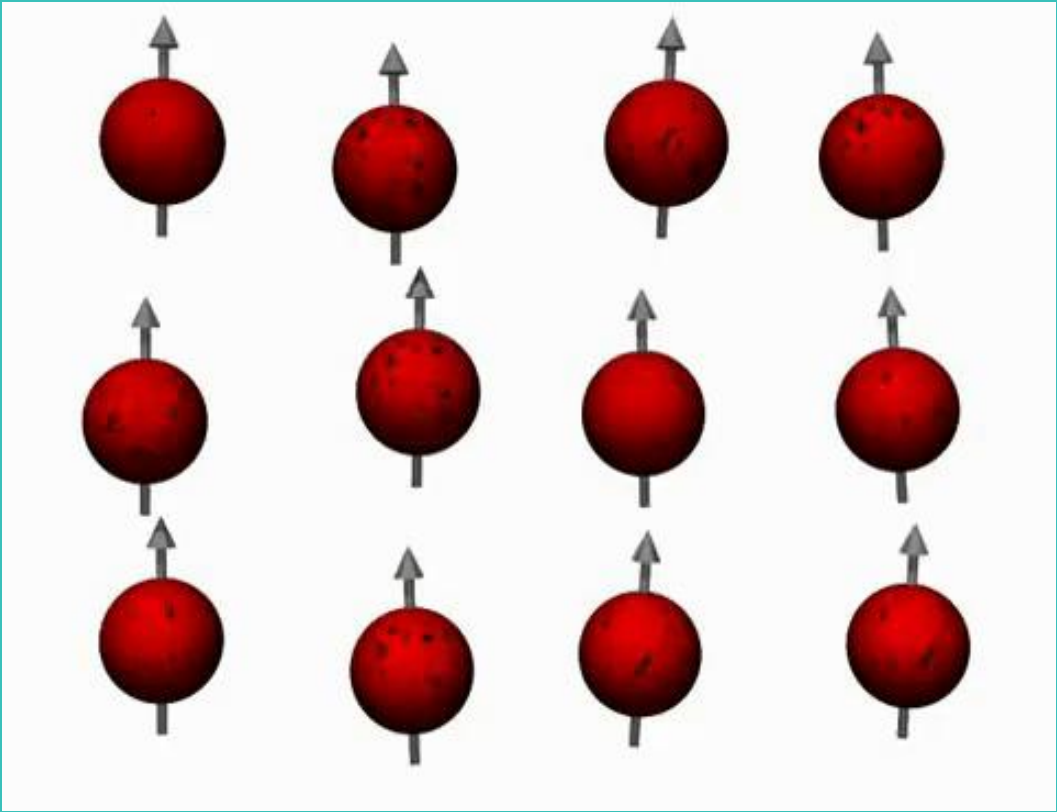
● EL PROTÓN Y EL ESPÍN

1. La RM es un fenómeno que ocurre en núcleos impares.
2. En el núcleo hay protones y neutrones.
3. El protón gira sobre sí mismo: ESPIN.
4. La carga en movimiento genera un campo magnético.
5. El momento magnético se representa con un vector.



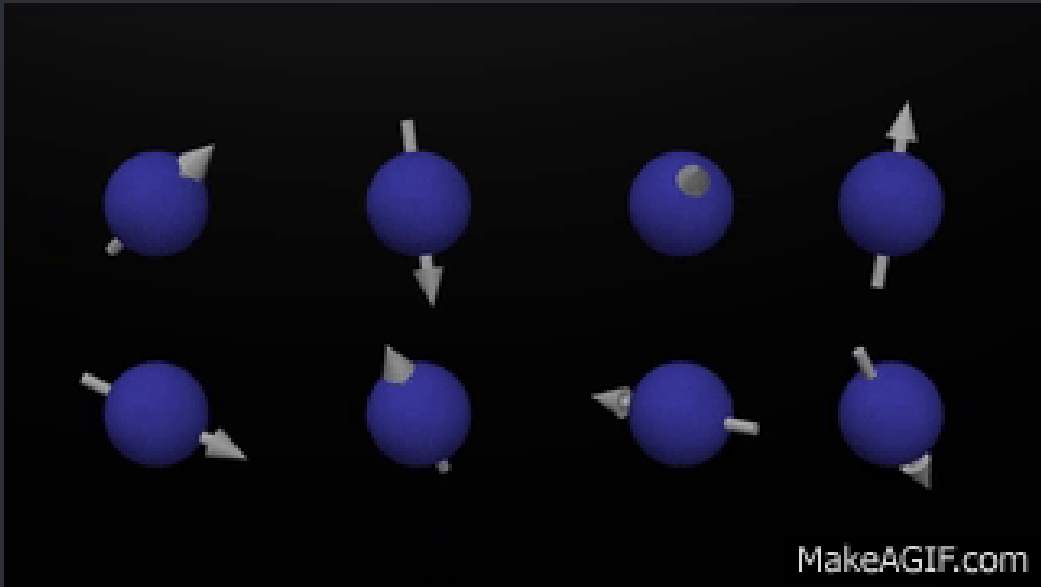
● EL PROTÓN Y EL ESPÍN

1. La RM es un fenómeno que ocurre en núcleos impares.
2. En el núcleo hay protones y neutrones.
3. El protón gira sobre sí mismo: ESPIN.
4. La carga en movimiento genera un campo magnético.
5. El momento magnético se representa con un vector.



● MAGNETIZACIÓN NETA

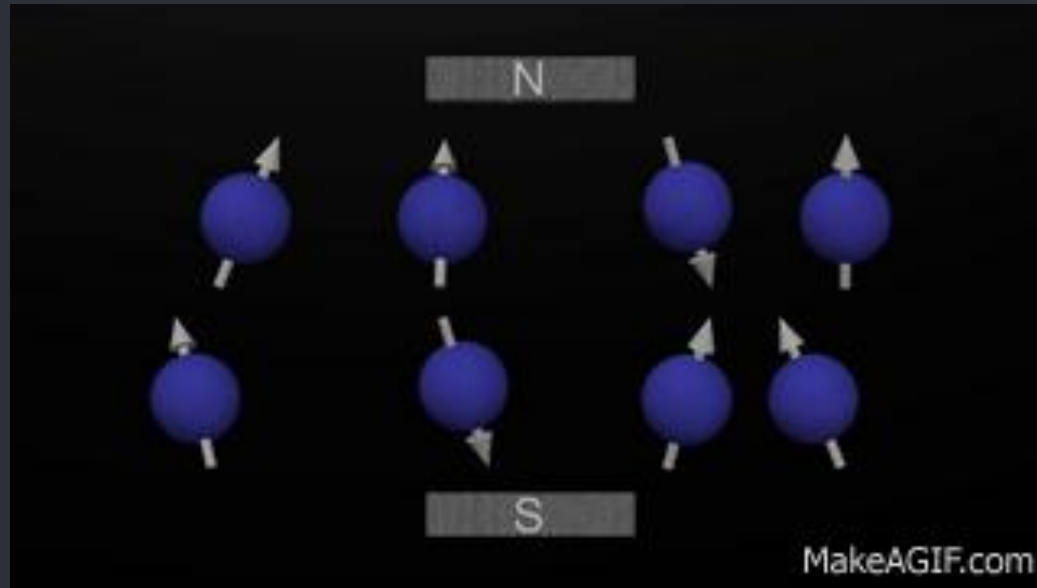
1. Los espines están alineados al azar.
2. En un campo magnético externo (B_0) los espines se alinearán siguiendo las líneas del campo magnético.
3. En dos sentidos: en paralelo (Up) o en antiparalelo (Down).
4. Hay más en sentido paralelo por lo tanto aparece una magnetización neta.



https://www.youtube.com/watch?v=djAxjtN_7VE

● MAGNETIZACIÓN NETA

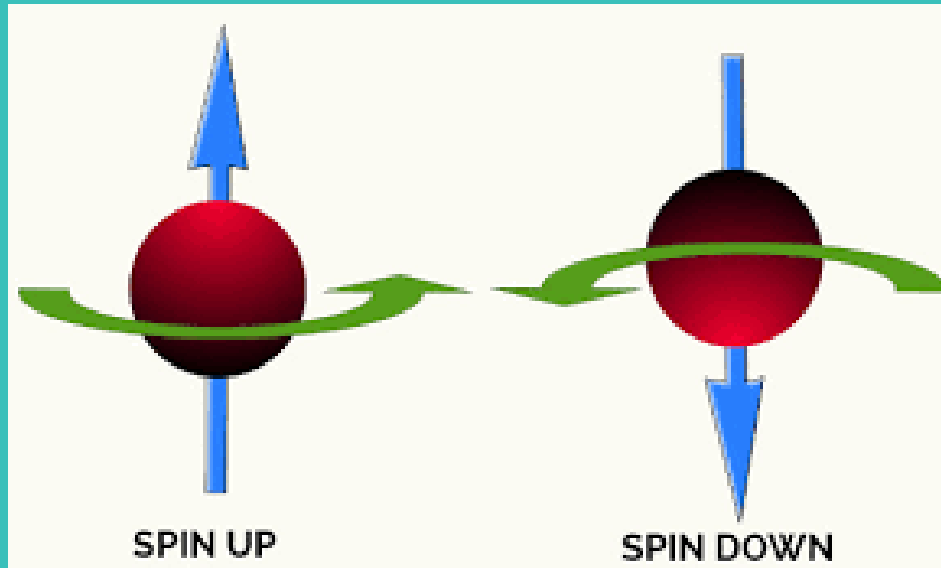
1. Los espines están alineados al azar.
2. En un campo magnético externo (B_0) los espines se alinearán siguiendo las líneas del campo magnético.
3. En dos sentidos: en paralelo (Up) o en antiparalelo (Down).
4. Hay más en sentido paralelo por lo tanto aparece una magnetización neta.



https://www.youtube.com/watch?v=djAxjtN_7VE

● MAGNETIZACIÓN NETA

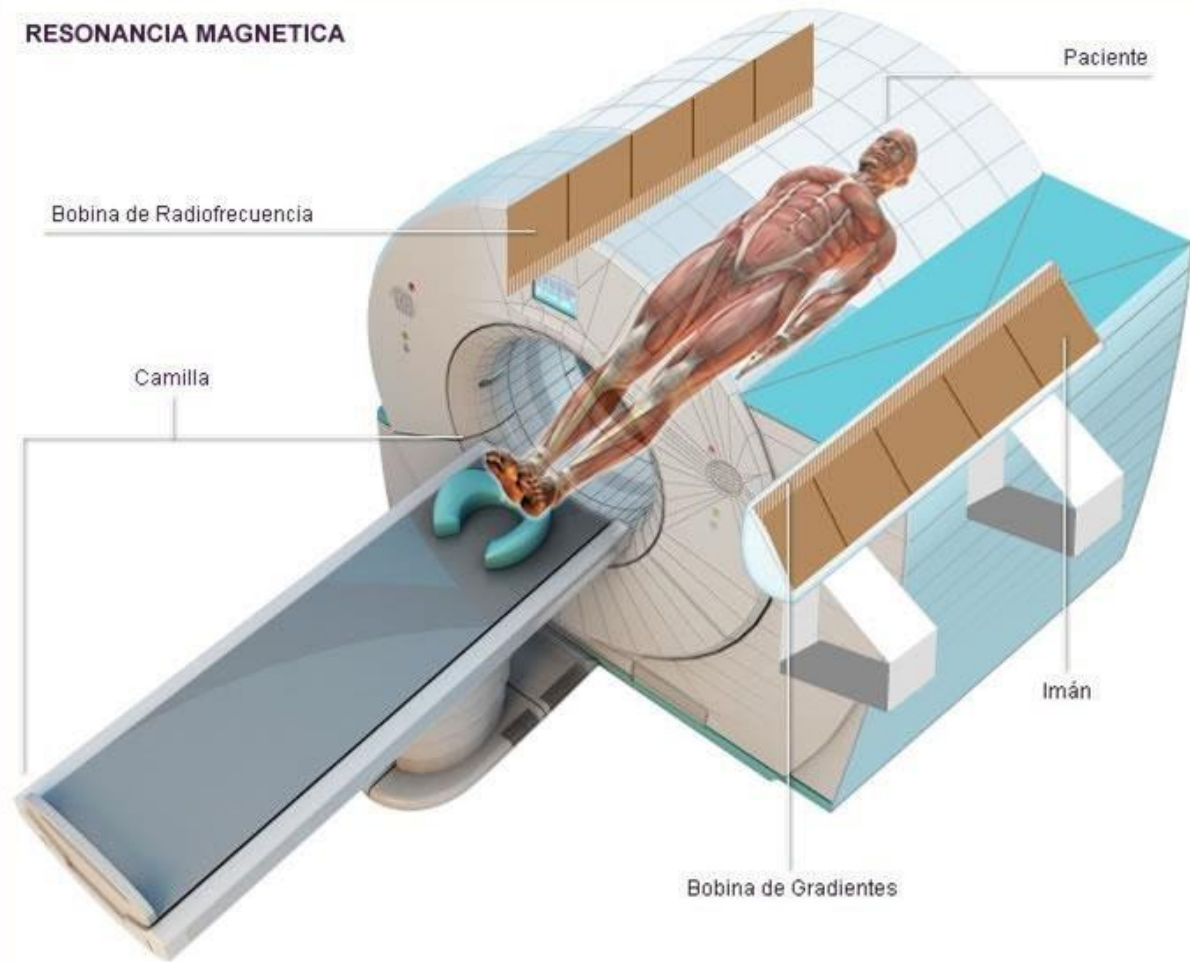
1. Los espines están alineados al azar.
2. En un campo magnético externo (B_0) los espines se alinearán siguiendo las líneas del campo magnético.
3. En dos sentidos: en paralelo (Up) o en antiparalelo (Down).
4. Hay más en sentido paralelo por lo tanto aparece una magnetización neta.



● MAGNETIZACIÓN NETA

1. Los espines están alineados al azar.
2. En un campo magnético externo (B_0) los espines se alinearán siguiendo las líneas del campo magnético.
3. En dos sentidos: en paralelo (Up) o en antiparalelo (Down).
4. Hay más en sentido paralelo por lo tanto aparece una magnetización neta.

RESONANCIA MAGNETICA

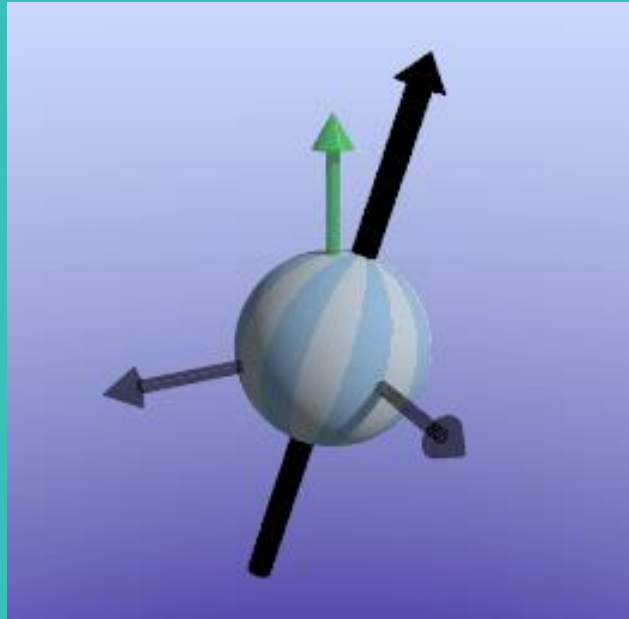


● PRECESION

1. Los espines sometidos a B_0 están alineados en el eje longitudinal.
2. Aparece el movimiento de precesión.
3. La frecuencia de precesión es diferente para cada elemento.
4. En este estado de equilibrio son capaces de absorber energía.

● PRECESION

1. Los espines sometidos a B_0 están alineados en el eje longitudinal.
2. Aparece el movimiento de precesión.
3. La frecuencia de precesión es diferente para cada elemento.
4. En este estado de equilibrio son capaces de absorber energía.



● PRECESION

1. Los espines sometidos a B_0 están alineados en el eje longitudinal.
2. Aparece el movimiento de precesión.
3. La frecuencia de precesión es diferente para cada elemento.
4. En este estado de equilibrio son capaces de absorber energía.

● EFECTOS DE B_0

- Magnetización neta
- Movimiento de precesión.

● EFECTOS DE B_0

- Magnetización neta
- Movimiento de precesión.

2

EXCITACIÓN

Se envían ondas de radiofrecuencia.

● INTRODUCCIÓN

- Los pasos básicos en un estudio de RM son:
 1. Se coloca al paciente dentro de un imán.
 2. Se le envía una onda de radiofrecuencia.
 3. Se interrumpe la onda de radiofrecuencia.
 4. El paciente emite una señal
 5. La señal es recibida y utilizada para reconstruir la imagen.

● ESTADO DE EQUILIBRIO

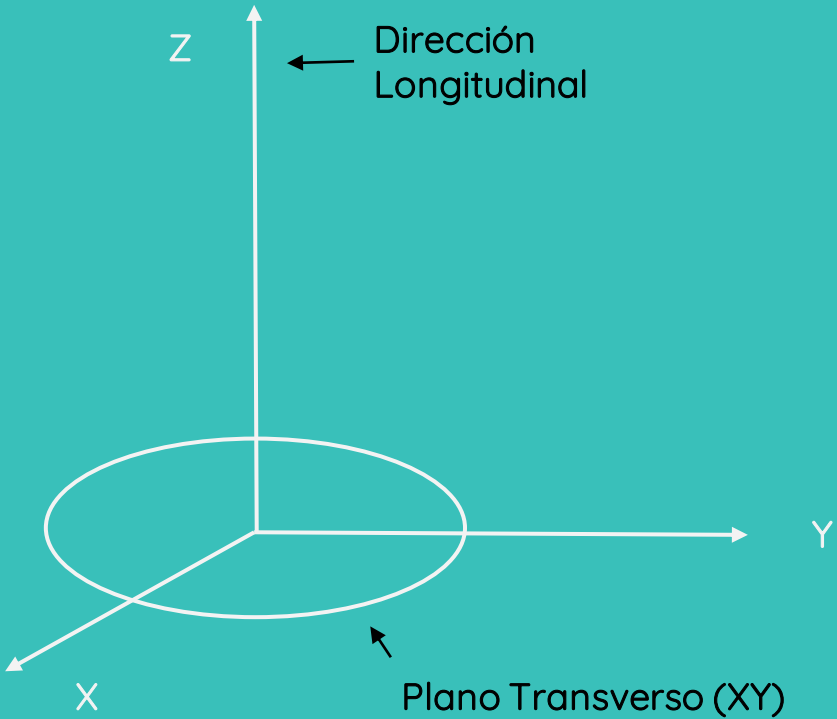
1. Los tres ejes de coordenadas en el espacio: X (A-P), Y (R-L) y Z (H-F).
2. La magnetización neta está alineada con el eje Z, se denomina Magnetización longitudinal (ML)
3. Los momentos magnéticos en los otros ejes se anulan.

Dirección
del Campo
Magnético



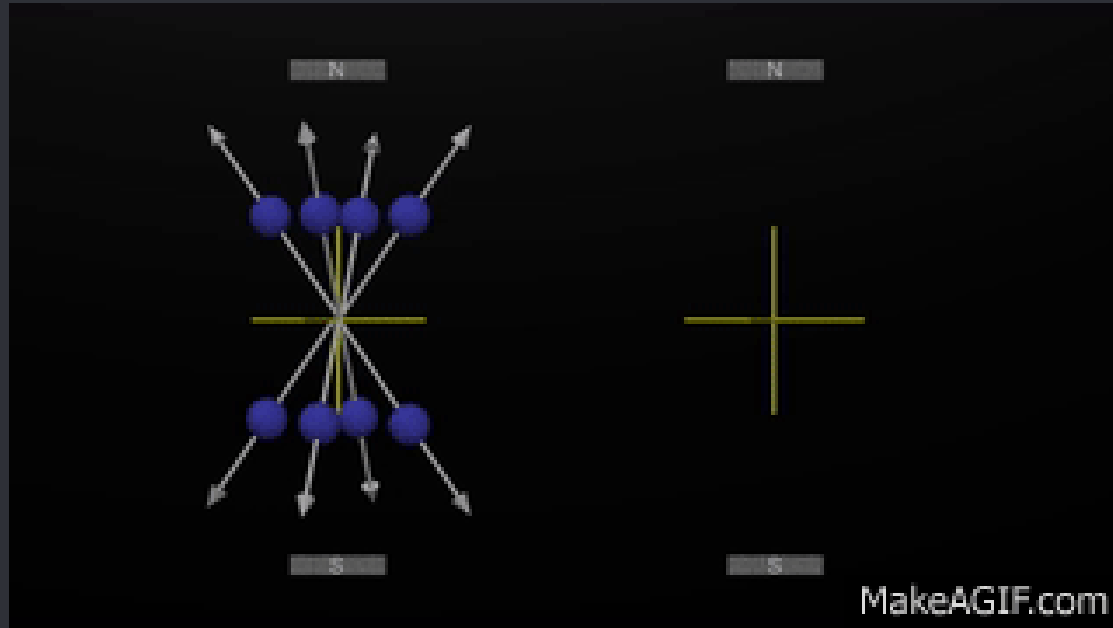
B_0

Dirección
Longitudinal



● ESTADO DE EQUILIBRIO

1. Los tres ejes de coordenadas en el espacio: X (A-P), Y (R-L) y Z (H-F).
2. La magnetización neta está alineada con el eje Z, se denomina Magnetización longitudinal (ML)
3. Los momentos magnéticos en los otros ejes se anulan.

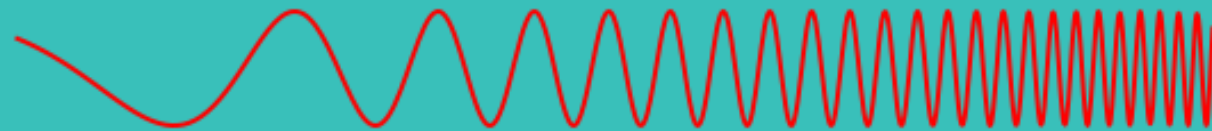
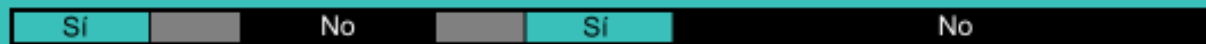


https://www.youtube.com/watch?v=djAxtN_7VE

● INTRODUCCIÓN

- Los pasos básicos en un estudio de RM son:
 1. Se coloca al paciente dentro de un imán.
 2. Se le envía una onda de radiofrecuencia.
 3. Se interrumpe la onda de radiofrecuencia.
 4. El paciente emite una señal
 5. La señal es recibida y utilizada para reconstruir la imagen.

¿Penetra la atmósfera terrestre?



Tipo de radiación
Longitud de onda (m)

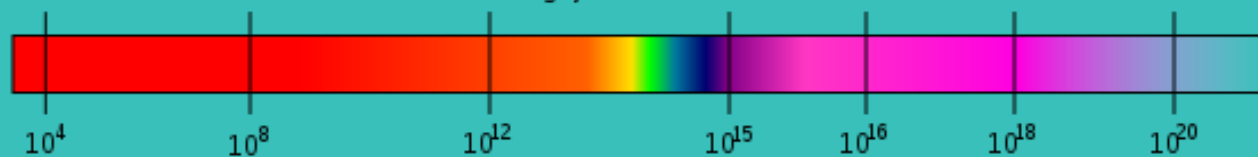
Radio	Microondas	Infrarrojo	Visible	Ultravioleta	Rayos X	Rayos gamma
10^3	10^{-2}	10^{-5}	$0,5 \times 10^{-6}$	10^{-8}	10^{-10}	10^{-12}

Escala aproximada de la longitud de onda

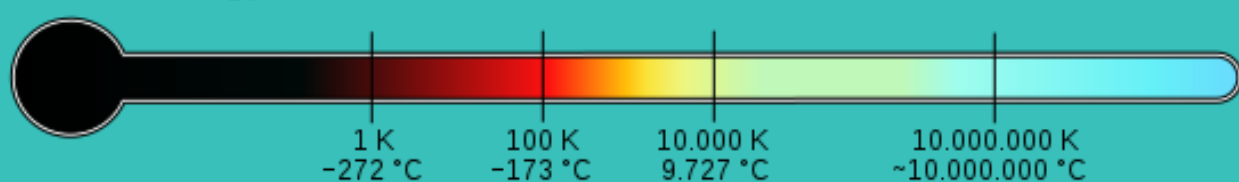


Edificios	Humanos	Mariposas	Punta de aguja	Protozoos	Moléculas	Átomos	Núcleo atómico
-----------	---------	-----------	-------------------	-----------	-----------	--------	----------------

Frecuencia (Hz)



Temperatura de los
objetos en los cuales
la radiación con esta
longitud de onda es
la más intensa



- FASE DE EXCITACIÓN

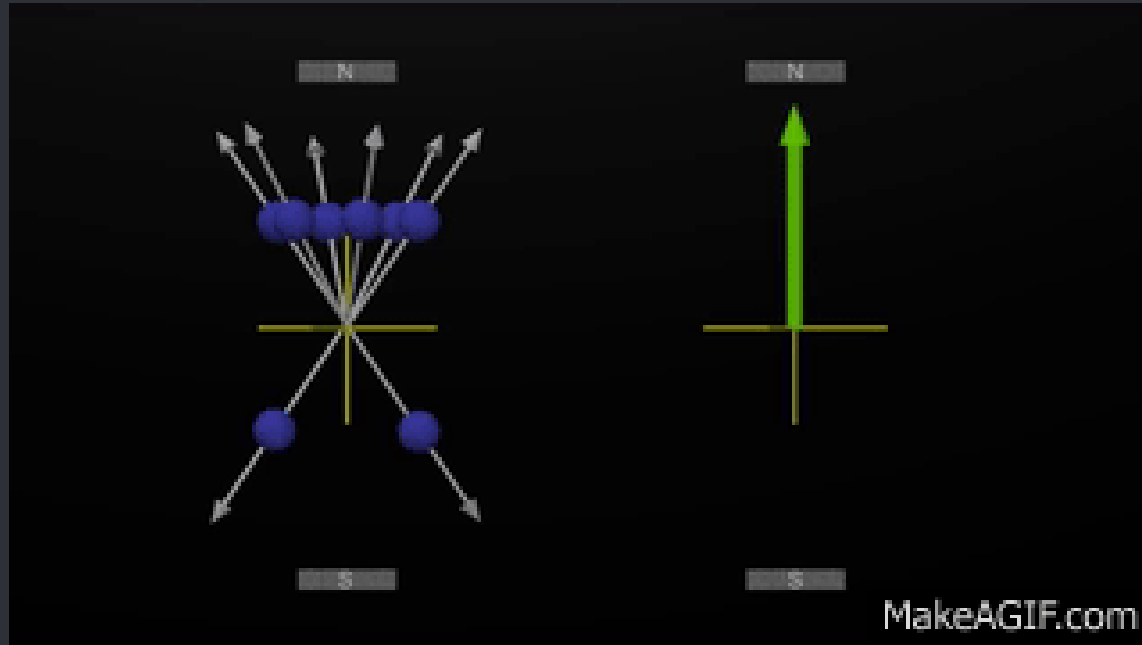
- Se envía un pulso de RF.

1. Los espines en sentido paralelo absorberán energía y se alinearán en sentido antiparalelo. Disminuye ML.
2. Los protones giran en fase y sus momentos magnéticos se suman. Aparece la magnetización transversal (MT).
3. Este es el estado de saturación.

- FASE DE EXCITACIÓN

○ Se envía un pulso de RF.

1. Los espines en sentido paralelo absorberán energía y se alinearán en sentido antiparalelo. Disminuye ML.
2. Los protones giran en fase y sus momentos magnéticos se suman. Aparece la magnetización transversal (MT).
3. Este es el estado de saturación.



https://www.youtube.com/watch?v=djAxjtN_7VE

● FASE DE EXCITACIÓN

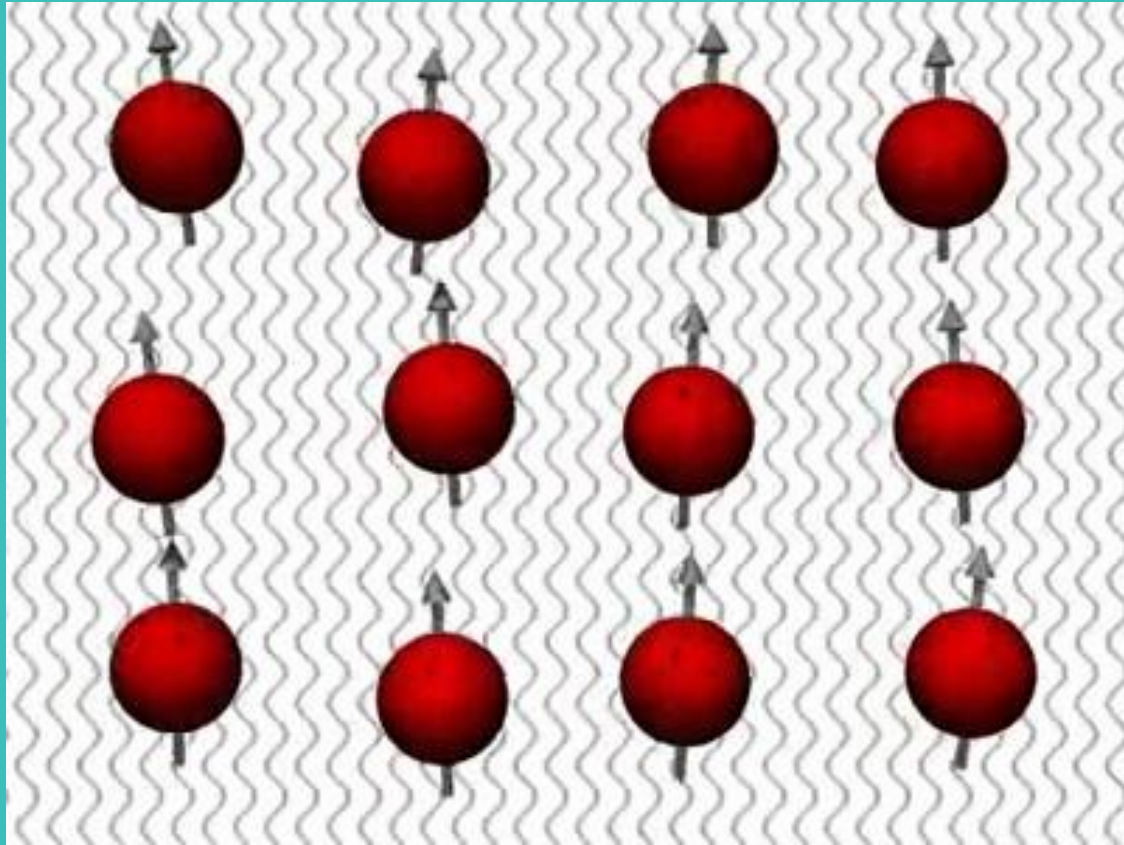
○ Se envía un pulso de RF.

1. Los espines en sentido paralelo absorberán energía y se alinearán en sentido antiparalelo. Disminuye ML.
2. Los protones giran en fase y sus momentos magnéticos se suman. Aparece la magnetización transversal (MT).
3. Este es el estado de saturación.



RESONANCIA

Cuando la frecuencia de la onda de radio es idéntica a la frecuencia de precesión de una serie de protones, estos cambian su orientación y giran al unísono (en fase).



● RELAJACIÓN

- Los pasos básicos en un estudio de RM son:
 1. Se coloca al paciente dentro de un imán.
 2. Se le envía una onda de radiofrecuencia.
 3. Se interrumpe la onda de radiofrecuencia.
 4. El paciente emite una señal
 5. La señal es recibida y utilizada para reconstruir la imagen.

- EXCITACIÓN

- Se envía un pulso de radiofrecuencia.

- Algunos protones se alinean en antiparalelo:
 - Desaparece la ML
- Los protones precesan en fase:
 - Aparece la MT

3

CODIFICACIÓN ESPACIAL

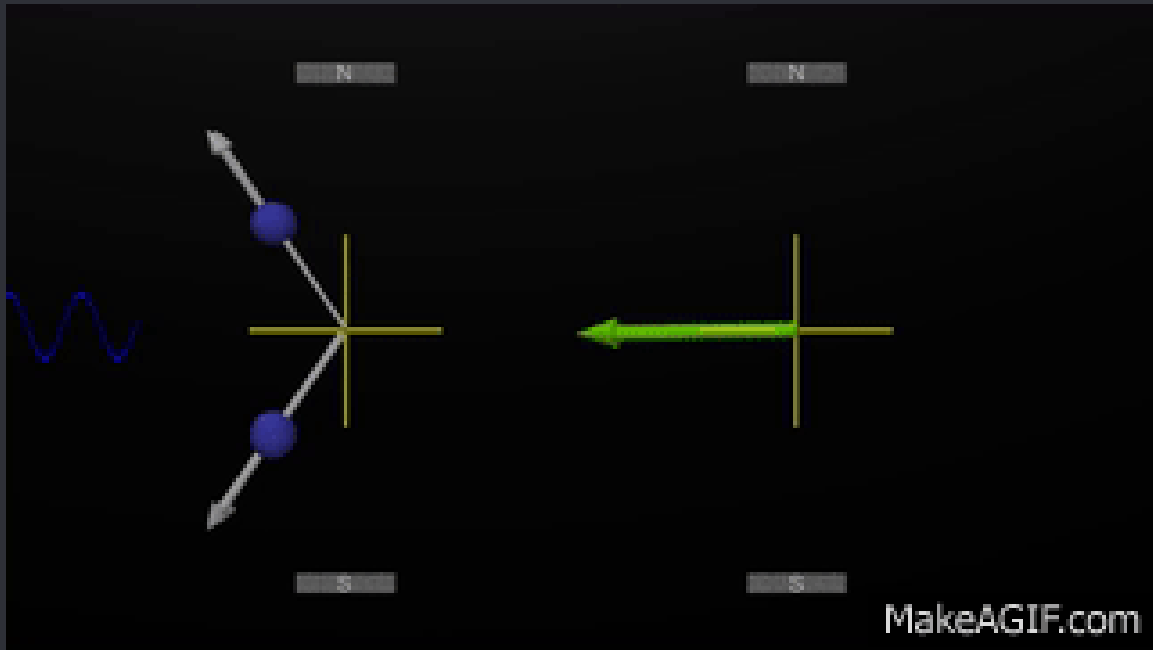
El paciente emite una señal.

● INTRODUCCIÓN

- Los pasos básicos en un estudio de RM son:
 1. Se coloca al paciente dentro de un imán.
 2. Se le envía una onda de radiofrecuencia.
 3. Se interrumpe la onda de radiofrecuencia.
 4. El paciente emite una señal
 5. La señal es recibida y utilizada para reconstruir la imagen.

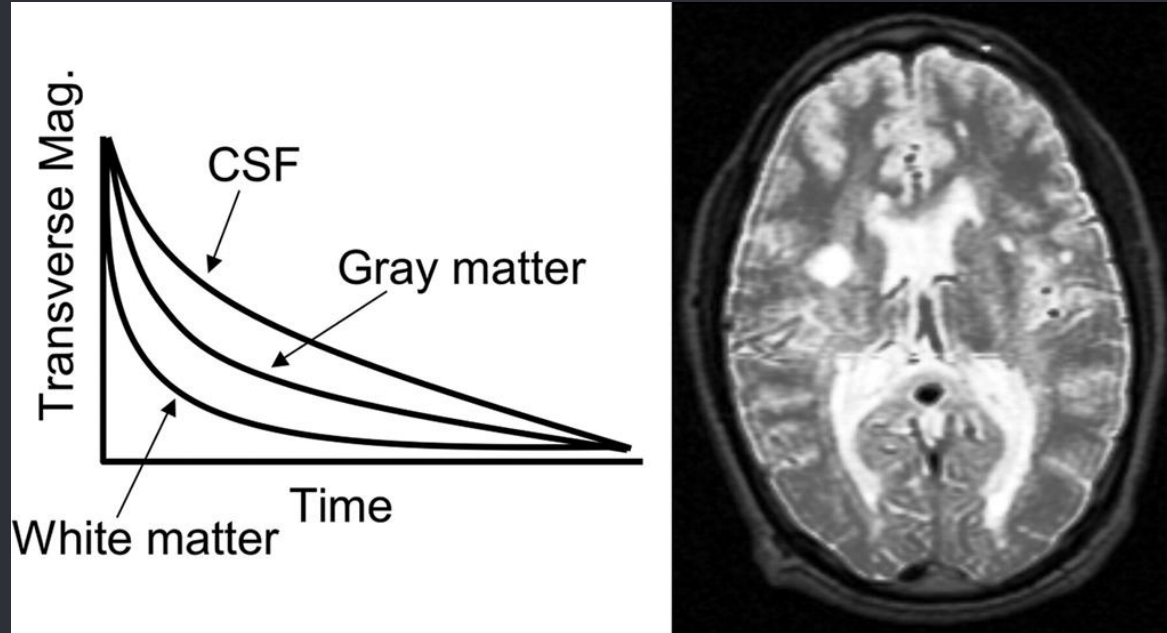
● FASE DE RELAJACIÓN

1. Consiste en devolver al medio la energía absorbida.
2. La MT desaparece. Relajación transversal o T2 (37%).
3. Se recupera la ML. Relajación longitudinal o T1 (63%).



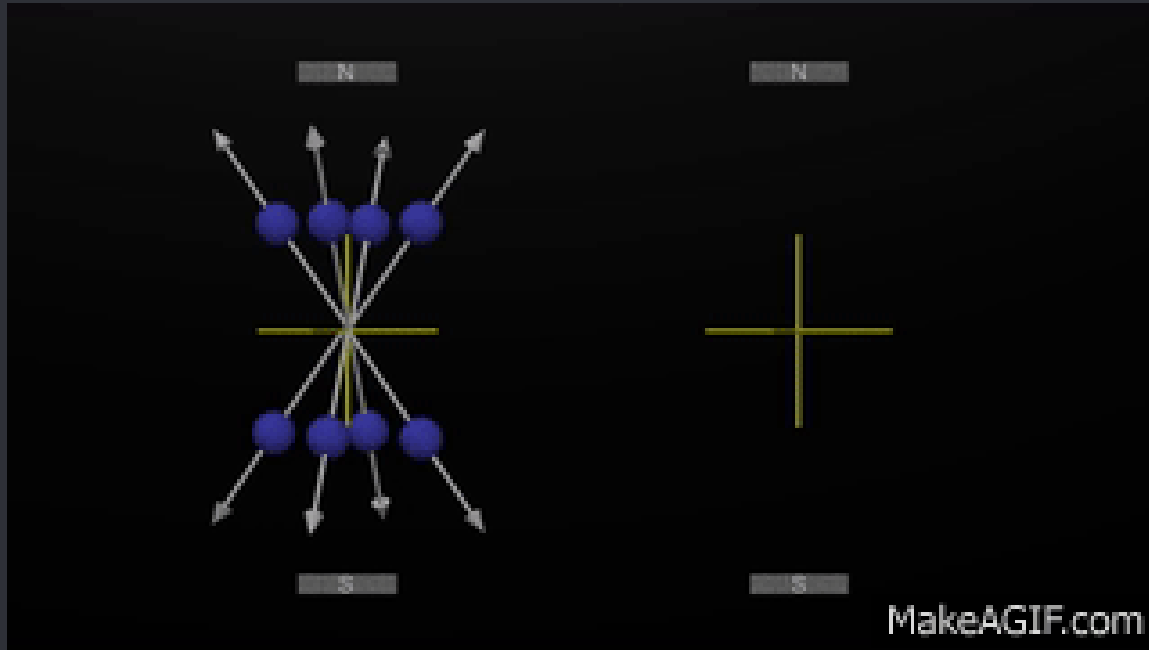
https://www.youtube.com/watch?v=djAxtN_7VE

● T2 Representa la pérdida de la MT



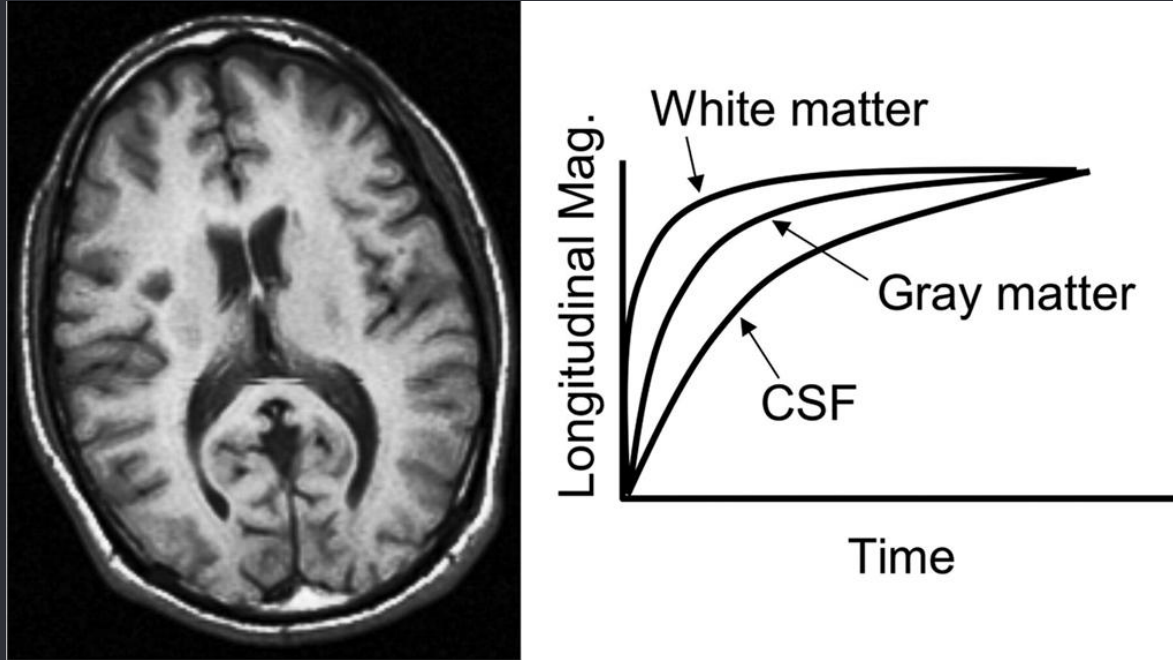
● FASE DE RELAJACIÓN

1. Consiste en devolver al medio la energía absorbida.
2. La MT desaparece. Relajación transversal o T2 (37%).
3. Se recupera la ML. Relajación longitudinal o T1 (63%).



https://www.youtube.com/watch?v=djAxtN_7VE

- T1 Mide la velocidad de recuperación de la ML





EN LA IMAGEN

Los diferentes tiempos de relajación T1 y T2 determinan el contraste en las imágenes de RM

● INTRODUCCIÓN

- Los pasos básicos en un estudio de RM son:
 1. Se coloca al paciente dentro de un imán.
 2. Se le envía una onda de radiofrecuencia.
 3. Se interrumpe la onda de radiofrecuencia.
 4. El paciente emite una señal
 5. La señal es recibida y utilizada para reconstruir la imagen.

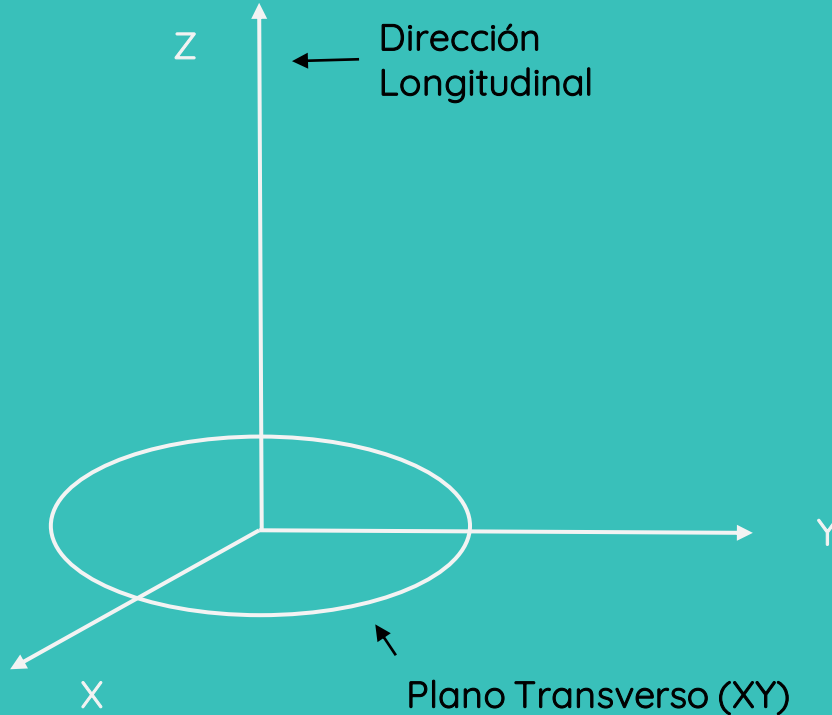
Dirección
del Campo
Magnético



B_0

z

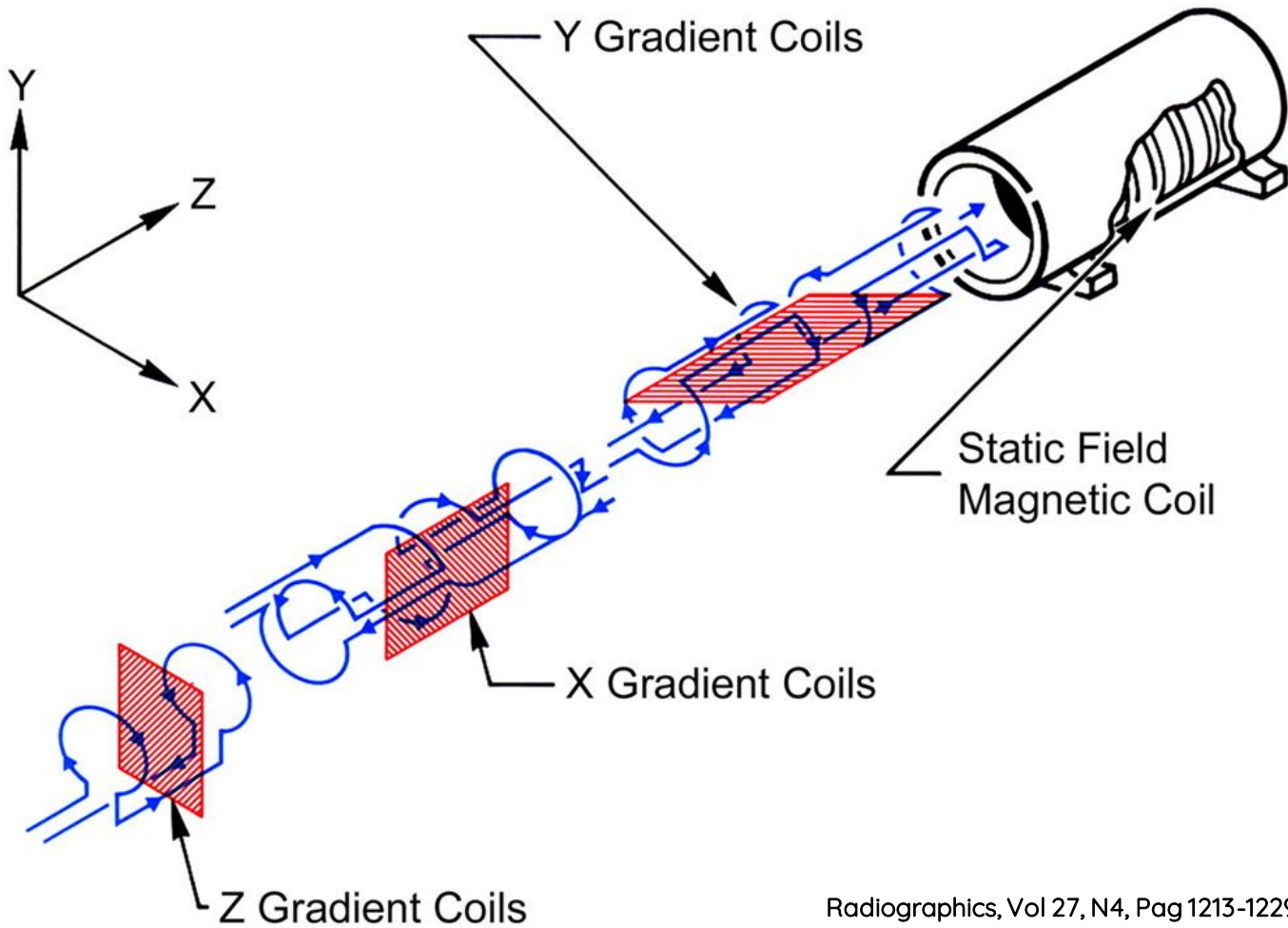
Dirección
Longitudinal



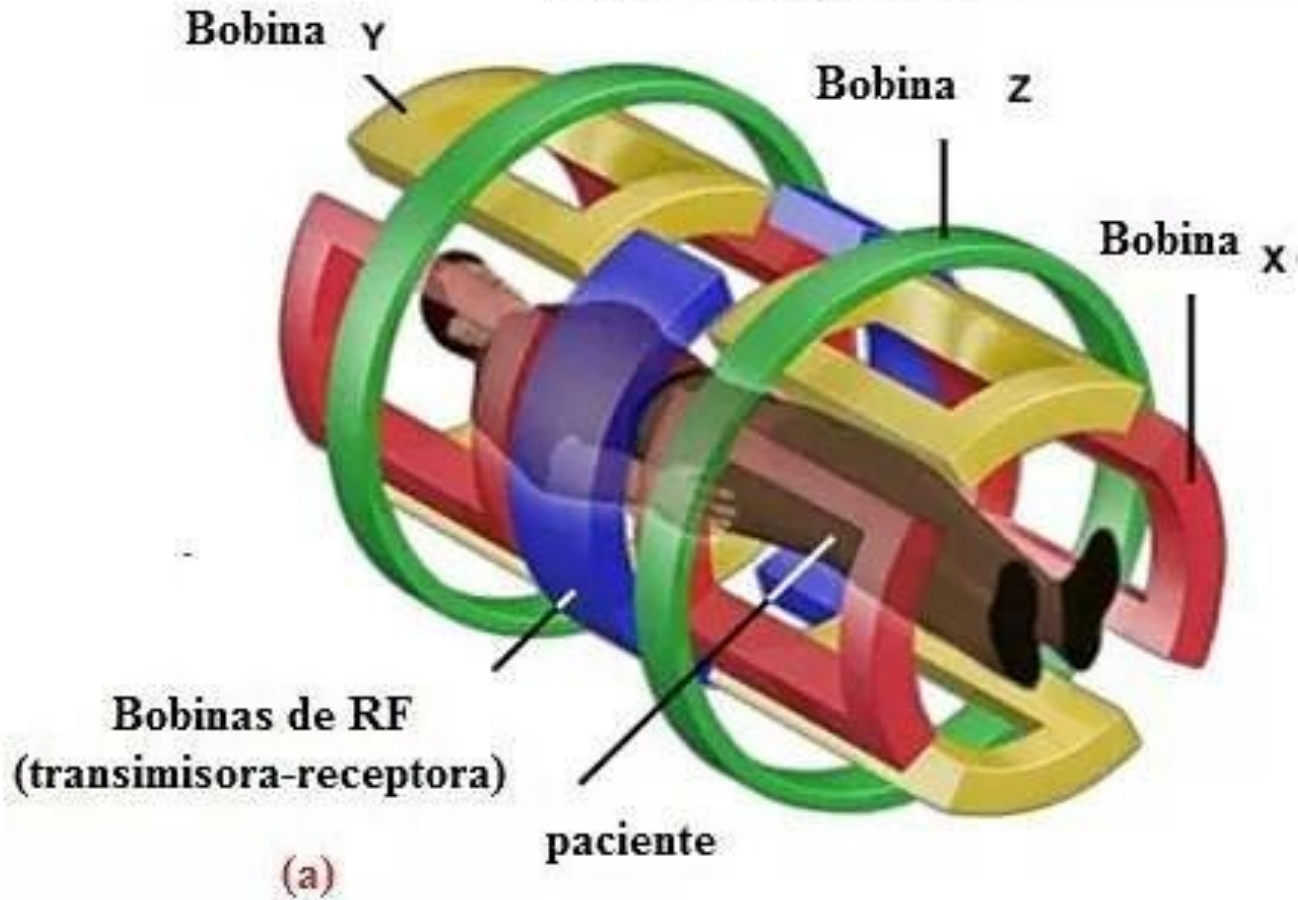
x

Plano Transverso (XY)

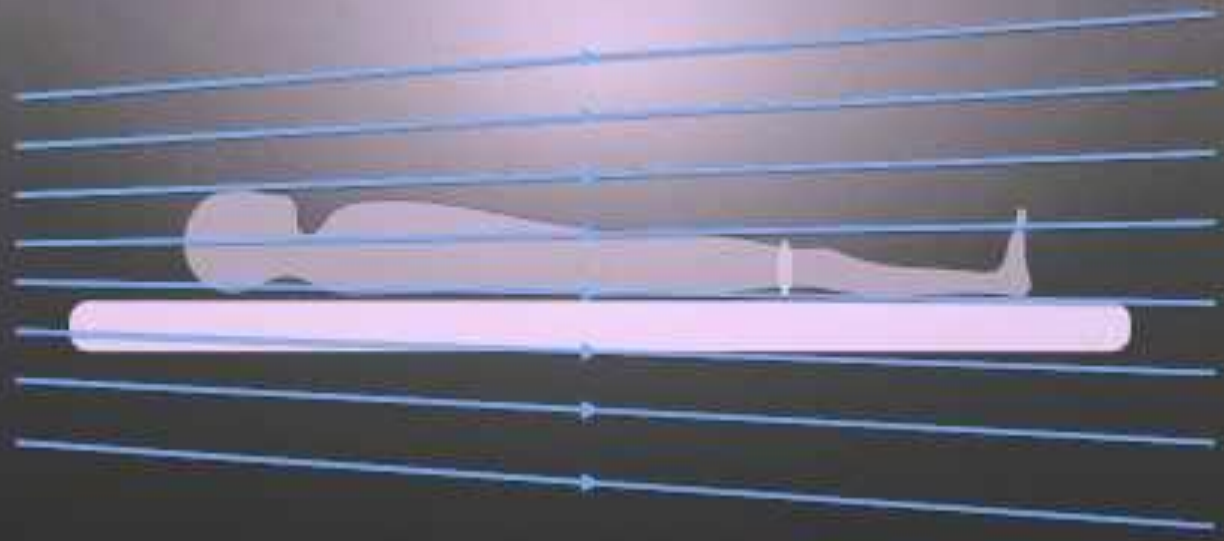
y



Bobinas de gradiente



d.wilson^{AM}



- FASE DE RELAJACIÓN

- 1. La MT desaparece. Relajación transversal o T2 (37%).
 2. Se recupera la ML. Relajación longitudinal o T1 (63%).
 3. Los diferentes tiempos de relajación T1 y T2 determinan el contraste en las imágenes.

4

REGISTRO DE LA SEÑAL

Se recibe la señal emitida y se usa para reconstruir la imagen.

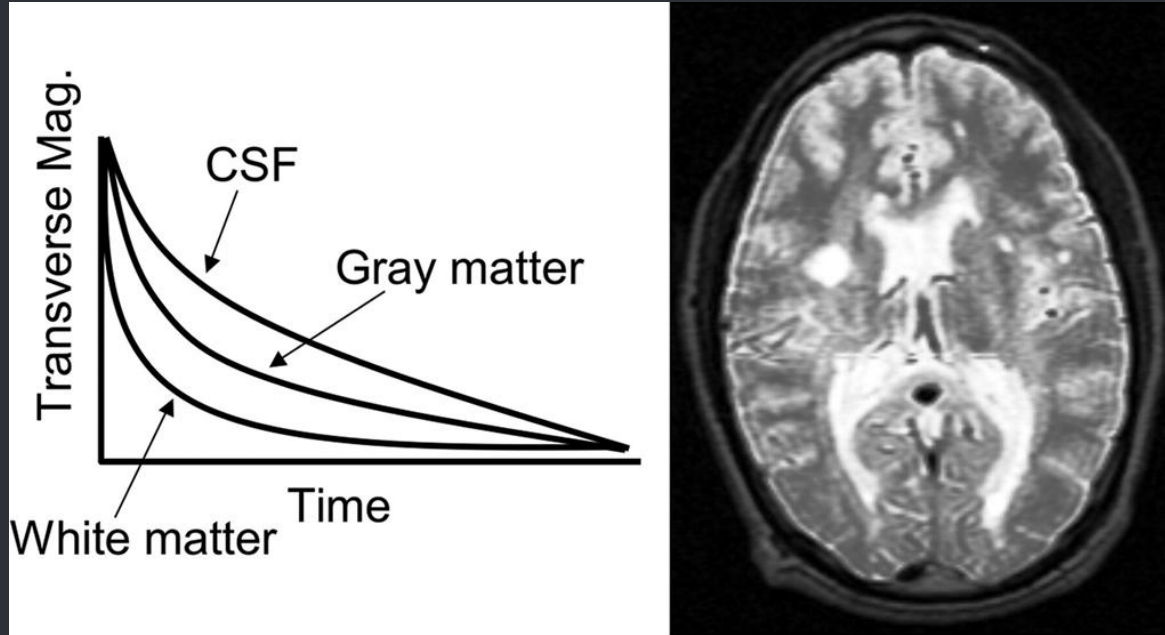
● INTRODUCCIÓN

- Los pasos básicos en un estudio de RM son:
 1. Se coloca al paciente dentro de un imán.
 2. Se le envía una onda de radiofrecuencia.
 3. Se interrumpe la onda de radiofrecuencia.
 4. El paciente emite una señal
 5. La señal es recibida y utilizada para reconstruir la imagen.

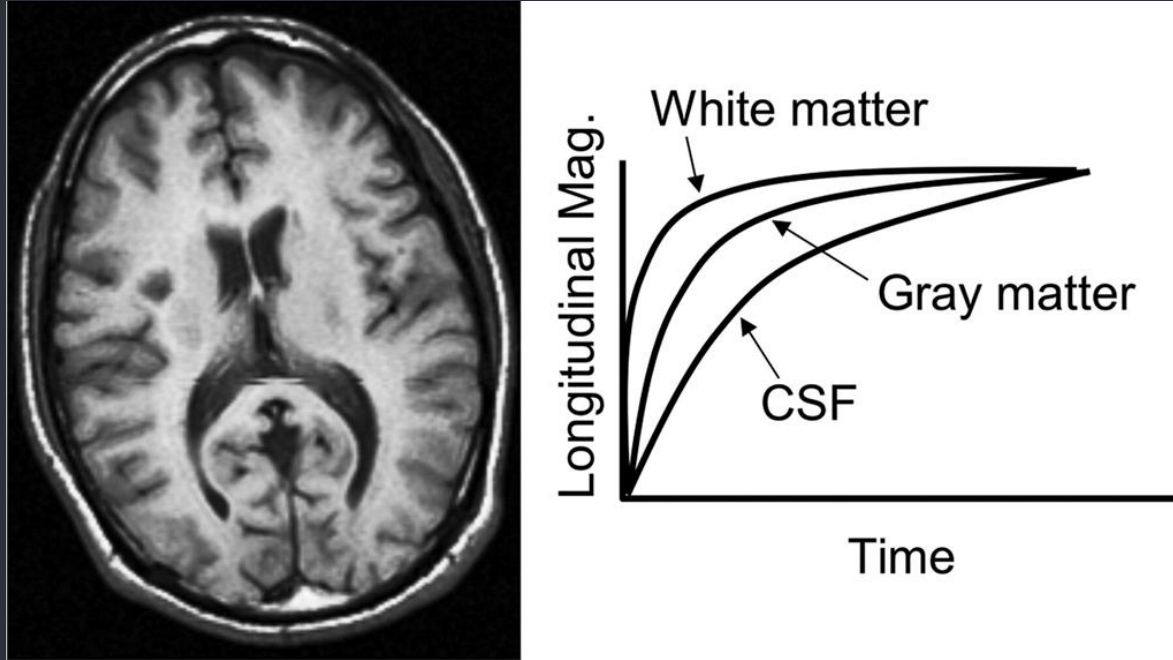
● SEÑAL DE RM

- Los vectores magnéticos determinan directamente la señal de RM y la intensidad de señal al inducir corrientes eléctricas en la antena
- Por eso en lugar de los términos magnetización longitudinal o transversal podemos usar también **señal o intensidad de señal T1 y T2.**

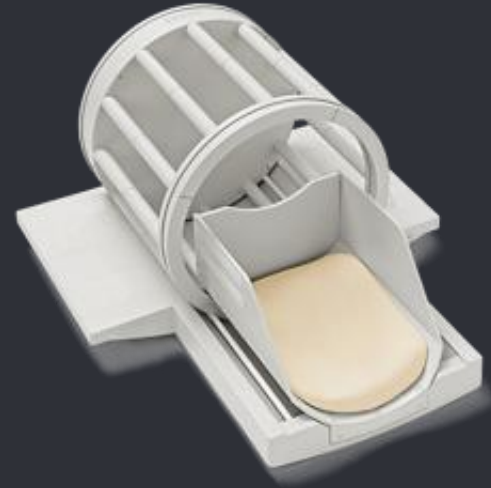
● T2 Representa la pérdida de la MT



- T1 Mide la velocidad de recuperación de la ML



● PRODUCCIÓN DE LA IMAGEN



- Las bobinas receptoras se utilizan alrededor de la parte del cuerpo en cuestión
- Funcionan como antenas de radio para mejorar la detección de la señal emitida.

● PRODUCCIÓN DE LA IMAGEN

- La señal analógica de RM se digitaliza y almacena.
- La señal es procesada, separando las contribuciones que provienen de diferentes localizaciones espaciales.
- Se representan por píxeles en la imagen final aplicando una operación matemática (transformada de Fourier).



○ RM de Cerebro

● PLAN DE LA CLASE

● 1 Preparación

● 2 Excitación

● 3 Codificación espacial

● 4 Registro de la señal

“

Las imágenes de RM son el resultado de la señal que emiten los protones de los átomos de hidrógeno.

Gracias!

¿TIENES PREGUNTAS?

Estoy en info@radiologia2cero.com

[@radiologia2cero](#)

● PARA SABER MAS

○ Te puede interesar:

- Dr Daniel J Bell and Dr J. Ray Ballinger et al. MRI physics. <https://radiopaedia.org/articles/mri-physics?lang=gb>
- IRM Hecha fácil. Schering. Disponible en línea en https://www.academia.edu/18667557/RESONANCIA_MAGNETICA_PRINCIPIOS_FISICOS
- Principios básicos de RM. Lo que todo radiólogo debe conocer para su práctica diaria. Disponible en línea en <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/2659>